

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-190633

(43)Date of publication of application : 23.07.1996.

(51)Int.Cl.

G06T 9/20

G01N 21/91

G06T 7/00

(21)Application number : 07-000568

(71)Applicant : HITACHI METALS LTD

(22)Date of filing : 06.01.1995

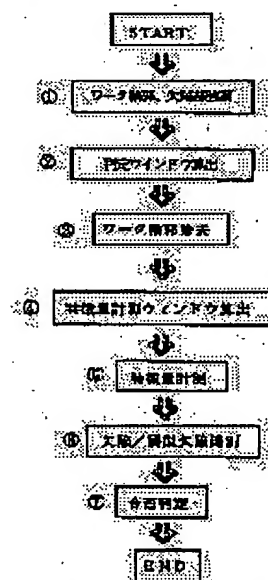
(72)Inventor : NISHI SHIGEYUKI
YOSHIMURA KOJI

(54) DEFECT JUDGING METHOD

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a defect judging method which can surely discriminate a serious defect through image processing for defect inspection by fluorescence penetration.

CONSTITUTION: An image processor performs differentiation processing over the entire surface of a work and scans it horizontally and vertically to find points representing the work outline in both the directions. On the basis of those points, an image is divided into an outline area and an internal surface area surrounded by the outline area, and an outline scan is made again by the outline areas to find an outline approximation expression. The work outline is erased by using this outline approximation expression to leave only a defect image, and feature quantities are measured as to the defect image and contrasted with a previously found defect judging chart to discriminate a defect.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-190633

(43)公開日 平成8年(1996)7月23日

(51)Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 T 9/20				
G 0 1 N 21/91	A			
G 0 6 T 7/00		9061-5H	G 0 6 F 15/ 70	3 4 0
			15/ 62	4 0 0
審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 7 頁) 最終頁に続く				

(21)出願番号 特願平7-568

(22)出願日 平成7年(1995)1月6日

(71)出願人 000005083

日立金属株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目1番2号

(72)発明者 西 重幸

埼玉県熊谷市三ヶ尻6010番地 日立金属株式会社生産システム研究所内

(72)発明者 吉村 剛治

埼玉県熊谷市三ヶ尻6010番地 日立金属株式会社生産システム研究所内

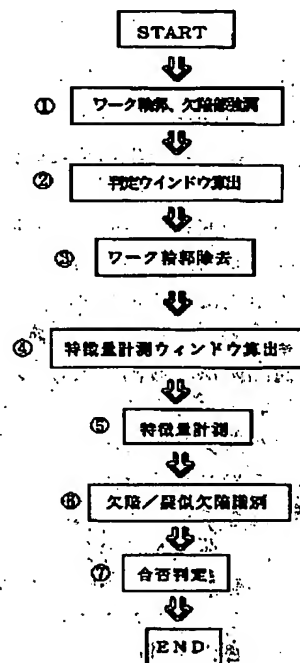
(74)代理人 弁理士 大場 充

(54)【発明の名称】 欠陥判別方法

(57)【要約】

【目的】 蛍光浸透による欠陥検査において、画像処理により重大欠陥を確実に判別できる欠陥判別方法を提供する。

【構成】 画像処理装置において、ワーク全面について微分処理を行い、水平方向及び垂直方向に走査し両方向についてワーク輪郭を代表する点を求め、この点を基準にして、輪郭領域と、この輪郭領域にかこまれる内面領域に分割し、それぞれの輪郭領域毎に、改めて輪郭走査して輪郭近似式を求め、該輪郭近似式を用いてワーク輪郭を消去して欠陥画像のみを残し、該欠陥画像について特徴量を計測し、予め求めた欠陥判定チャートに照らして欠陥を判別する手段を有している。



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 蛍光液を浸透させたワークの表面に紫外光を照射し、該ワーク表面の蛍光模様を撮像して画像信号に変換し、該画像信号を画像処理装置で処理して該ワーク表面の欠陥を判別する欠陥判別方法において、画像信号を記憶する画像メモリ内の全領域について微分処理を行い、処理後の微分画像から予めワーク固有に設定したワーク輪郭線上の代表点を求め、該輪郭代表点をもとにワーク表面を複数の検査領域に分割し、該検査領域内で輪郭線を含むものは、輪郭画像をもとに算出設定したマスク画像により輪郭線消去処理し、最後に残存画像について特徴量を計測し、前記領域毎に予め決めた欠陥判定論理に照らして欠陥を判別することを特徴とする欠陥判別方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、機械部品等（以下ワークという。）の外観検査方法に関し、特に、蛍光浸透探傷法による外観検査における、画像処理による欠陥判別方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】ワークの表面に存在する欠陥を検出する方法の一つに蛍光浸透探傷法がある。これは、ワーク表面の欠陥部分に蛍光液を浸透させ、これに紫外光を照射して発光させることにより、輝度レベルが異なる蛍光模様を描き出し、この蛍光模様に基づいてワーク表面に存在する欠陥を検査するものである。そして、このような蛍光浸透探傷法においては、かかる蛍光模様をテレビカメラ等の撮像装置によって撮像することにより、ワーク表面に存在する欠陥を画像処理により検査する方法が提案されている。この方法の実用化のポイントは、塵や汚れと、傷との識別を確実にできる画像処理方法を開発することに係っている。

【0003】特開平6-160,295号公報（以下公知例と称す。）に画像処理による傷検査方法が記載されている。この方法は、傷はその傷が複数個に分かれていても、細長い形状をして、一つの線状に並んでいるものとして、検査対象画像の形状と方向性を判断して、傷か否かを判断するものである。そのために、ワークの画像データのある閾値で単純に2値化処理して、図11に示す2値画像群11を求め、これらの2値画像群11を構成する画素を各2値画像毎に分割した分割領域を作り、その後、各分割領域毎に2次モーメントを求めて分割領域の形状と方向性を演算して傷か否かを判断するデータを作成している。この2次モーメントとは、分割領域を構成する各画素が任意に座標軸方向にばらついている程度を示すものであり、分割領域の各方向の2次モーメントを求め、これらの2次モーメントの中の最小2次モーメントを短軸2次モーメントとすると、この短軸2次モーメントが所定値より小さい場合には、その短軸2次モー

メントを有する分割領域が、その短軸2次モーメントの軸に直角方向に、細長い形状を有することを意味する。従って、この短軸2次モーメントを求めて、各分割領域がどの方向に長く伸びているかを判断し、同一方向に伸びている2つの分割領域は、1つの傷を構成している可能性があるとして、前記各分割領域から短軸2次モーメントの軸方向が同じ方向の2つの領域を融合し、この融合した領域がどの方向にどの程度長く伸びているかを判断するために融合短軸2次モーメントを求め、前記融合短軸2次モーメントが所定値より小さい前記融合領域について、前記融合領域の面積と、前記面積と前記融合短軸2次モーメントとから演算して得られる形状と方向性とを示す特徴値との組み合わせで傷か否かを判断するのである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところが、前記公知例には、以下に記すような3つの問題点があった。第一の問題点としては、ワークの輪郭近部の欠陥判別に如何に対応するかという問題である。本公知例は、ワークの輪郭部からかなり離れた表面部分に存在する欠陥を対象としており、ワークの輪郭近部の欠陥判別については全く記載されていない。単純に2値化処理をした画像群ではワーク輪郭と実際の傷は区別できず、特に輪郭近部の傷が重要な場合は問題である。

【0005】第二の問題点としては、ワーク表面には不良とすべき重大な欠陥の他に、ワーク表面の位置に依存して存在する実用上差し支えない欠陥や、欠陥ではない汚れ等も存在し、それぞれの蛍光模様を示すため、公知例の特徴である画像の形状と方向性だけでは傷を判別するには不十分である。

【0006】第三の問題点としては、照明むらによるワーク表面各部の画像上の蛍光模様のばらつきによる検査精度の低下の問題である。ワーク表面形状が平坦な場合は均一な照明が可能であり、公知例のように単純な2値化処理で欠陥画像の抽出が可能であるが、表面形状が湾曲しているような場合は特に照明むらが発生し易く、単純な2値化処理では欠陥画像の抽出が不十分である。本発明は前記従来技術の問題点を解決すべく、その目的とするところは、画像上の蛍光模様から照明むらを解消して、ワークの輪郭部分を含む全表面に存在する重大欠陥を確実に判別できる画像処理方法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明では、蛍光液を浸透させたワークの表面に紫外光を照射し、該ワーク表面の蛍光模様を撮像して画像信号に変換し、該画像信号を画像処理装置で処理して該ワーク表面の欠陥を判別する欠陥判別方法において、画像信号を記憶する画像メモリ内の全領域について微分処理を行い、処理後の微分画像から予めワーク固有に設定

(3)

3

したワーク輪郭線上の代表点を求め、該輪郭代表点をもとにワーク表面を複数の検査領域に分割し、該検査領域内で輪郭線を含むものは、輪郭画像をもとに算出設定したマスク画像により輪郭線消去処理し、最後に残存画像について特徴量を計測し、前記領域毎に予め決めた欠陥判定論理に照らして欠陥を判別することを特徴とした。

【0008】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図面に基づいて説明する。本実施例では、ワークとして図9に示すような被検面が湾曲した4辺を有する形状のフェライト磁石を、対象とした。このワークの外観検査のポイントは、重大欠陥であるクラックと、欠陥ではあるが実用上差し支えない欠陥とを判別し、重大欠陥であるクラックを確実にリジェクトすることである。図10に重大欠陥であるクラックと実用上差し支えない欠陥（以下疑似欠陥と言う。）の例を示した。疑似欠陥のうち、カケと未加工は、ワークの輪郭部に存在し比較的面積が大きくて方向性を有している。又、疑似欠陥のうち、ゴミとピットは、ワークの位置に無関係で比較的面積が小さくて円形度が1に近いという特徴がある。

【0009】図1は本発明の撮像方法の概念図である。蛍光液を浸透させたワーク1の被検面の上方に撮像装置4及び紫外線照射装置3を設け、被検面の裏面方向に平行光を発生する背景照明装置2を設け、各々の照明装置により該被検面の蛍光模様とワークの輪郭を撮像するのである。撮像された画像信号は画像処理装置（図示せず。）で欠陥の判別を行うのである。以下、処理手順を図2の手順①から⑦に基づいて説明する。

【0010】1) 手順①

入力された画像信号からワーク輪郭及び欠陥部を強調する工程である。図3は、証明むらの解消と輪郭及び欠陥の強調方法を説明した図である。図3(a)はワーク輪郭部にクラックA、ワーク内面部にクラックBが存在するワークを示す。図3(b)は、図3(a)に示す1点鎖線上の画像信号の輝度分布を示す。図3(c)は、図3(b)に示した画像信号を微分処理した後の輝度分布を示す。ワークの被検面は撮像装置に対して凹状に湾曲しており、その結果として照明むらが発生し、図3

(b)に示すようにワークの中心部から輪郭部に近づくにつれて輝度が低下するため、全体の輝度分布としては凸状となり、その上に輪郭とクラックの信号が乗っている分布となる。この状態で2値化処理をしても、クラックと輪郭を抽出するのは困難である。そこで、微分処理を行うことにより、緩慢な変化である照明むらを取り除き、急峻な変化であるクラックと輪郭を強調し、図3

(c)に示したようなS/N比の高い輝度分布に変換し、その後の処理を容易にした。ここでは微分処理はソールオペレータを用いて行った。

【0011】2) 手順②

ワークの検査領域を決める判定ウインドウ算出工程であ

4

る。前述の微分処理をワーク全面に対し行って得られた微分画像から、ワークの輪郭代表点の抽出と5つの検査領域の作成の方法について図4をもとに説明する。まず、画像全範囲にわたってX方向に微分画像を走査し、図4(a)に示すように一つの走査線上毎に急峻な変化点 x_1s と x_1e 、 x_2s と x_2e 、 x_3s と x_3e 、…を求め、 x_1s と x_1e の距離 Lx_1 、 x_2s と x_2e の距離 Lx_2 、 x_3s と x_3e の距離 Lx_3 、…をそれぞれ求める。同様に図4(b)に示すように画像全範囲にわたってY方向に微分画像を走査し、一つの走査線上毎に急峻な変化点 y_1s と y_1e 、 y_2s と y_2e 、 y_3s と y_3e 、…を求め、 y_1s と y_1e の距離 Ly_1 、 y_2s と y_2e の距離 Ly_2 、 y_3s と y_3e の距離 Ly_3 、…をそれぞれ求める。

【0012】次に、 Lx_1 、 Lx_2 、 Lx_3 、…を比較してX方向の最大距離を求め、同様に Ly_1 、 Ly_2 、 Ly_3 、…を比較してY方向の最大距離を求める。ここで x_3e と y_2e は欠陥指示模様による急峻な変化点であり、距離 Lx_3 と Ly_2 はワーク輪郭間距離より小さい値を示す。従って、 x_3e と y_2e はワーク輪郭点としては採用されない。最大距離となる4つの点を図4

(c)に示すように各輪郭の代表点 x_s 、 x_e 、 y_s 、 y_e とする。この4つの代表点の座標と所定のオフセット値から図4(d)に示すような5つの検査領域となるウインドウ W_1 、 W_2 、 W_3 、 W_4 、 W_5 を決定する。なお、前記オフセット値は画素の分解能やワークの寸法公差を基準に予め定めた値を採用する。

【0013】3) 手順③

画像メモリに欠陥指示模様のみを残すためのワーク輪郭除去工程である。図5(a)、図5(b)は先に決定した判定ウインドウ内でワークの輪郭線の抽出と消去を説明する図である。図5(a)に示すようにウインドウ W_4 、 W_5 内各々において、矢印方向に1ラインづつずらしながらX方向に走査して急峻な変化点を求め、これを輪郭位置データとして抽出する。その輪郭位置データより最小自乗近似方式で直線近似して直線式 $ax + by + c = 0$ を求め、これを輪郭線とする。同様に同図(b)に示すようにウインドウ W_2 、 W_3 内各々において、矢印方向に1ラインづつずらしながらY方向に走査して急峻な変化点を求め、これを輪郭位置データとして抽出する。ここで、この部分はワークの表面は湾曲して撮像装置のレンズから等距離にないため、輪郭は曲線となり、最小自乗近似方式で二次曲線近似して、二次曲線式 $y = ax^2 + bx + c$ を求め、該近似式をワークの輪郭線とみなす。

【0014】以上のようにして求めた近似式の全長に亘って、予め設定したオフセット値を付加したマスク画像を作成し、前述の微分画像に該マスク画像を重ねてマスクキングし該微分画像から輪郭を消去するのである。これにより、図5(a)、図5(b)のウインドウ W_2 、 W

(4)

5

5内ではハッチング部で示す輪郭部の欠陥指示模様を示す画像のみが残ることになる。従って、検査全領域に対して残った画像は欠陥及び疑似欠陥の指示模様のみとなる。

【0015】4) 手順④

欠陥指示模様の特徴量を計測するためのウインドウを算出する工程である。図6は画像メモリ内の欠陥指示模様の一例を示す図である。画像メモリ内をy方向に一ラインづつずらしながらx軸の矢印方向に走査し、急峻変化点を検出する。急峻変化点は欠陥指示模様の輪郭の一部であり、該急峻変化点をなす画素に至った時点で、該画素を中心として3×3の画素単位毎に隣接する急峻変化点をなす画素を順次追跡すると最初の画素に辿り着き、該欠陥指示模様の輪郭データを抽出することができる。この走査を画像メモリ内の全域に行うことによって全ての欠陥指示模様の輪郭データを抽出することができる。各欠陥指示模様毎に該輪郭データを包含する四辺形の対辺座標 S_n 、 E_n を求め、特徴量を計測するためのウインドウ W_n を算出する。

【0016】5) 手順⑤

欠陥指示模様の特徴量を計測する工程である。前記の方法で算出した全ての欠陥指示模様の特徴量計測ウインドウについて、欠陥指示模様の特徴量として面積 S 、重心 G 、長さ L （慣性主軸の長さ）、幅 W （慣性副軸の長さ）、傾き θ （慣性主軸の傾き）を求め、更にワーク輪郭から、該重心 G までの距離、及び該長さ L と該幅 W との比である円形度を計測する。

【0017】6) 手順⑥

欠陥・疑似欠陥識別工程である。発明者等は、本発明の対象アイテムであるフェライト磁石の外観検査結果の過去の蓄積データから、図7及び図8に示すように、欠陥と疑似欠陥の関係が、発生場所と形状的特徴について関係があるという事実を把握し、画像処理の欠陥判定アルゴリズムに組み込んだ。図7は多数のワークに対して、疑似欠陥と円形度（ L/W ）の関係を示したもので、円形度が1の近辺（図中ハッチングした部分）に疑似欠陥が分布していることを示している。即ち、円形度が1の近辺の欠陥指示模様は疑似欠陥と判別して除外し、それ以外のもののみさらに識別すればよいことにした。

【0018】図8はクラックに関しては面積と傾きの関係が相関があり、かつ領域で異なっていることを示している。即ち、図8（a）は図4（d）に示す領域 W_1

6

（ワークの内面）における場合であり、特に面積も傾きも小さいもの以外は欠陥であると判定すべきであるということを示している。図8（b）は図4（d）に示す領域 W_2 及び W_3 （ワークの輪郭近部）の場合であり、傾きより面積の大小で判定すべきことを示している。図8（c）は図4（d）に示す領域 W_4 及び W_5 （ワークの輪郭近部）の場合で、傾きの大きいものはほとんど疑似欠陥であることを示している。

【0019】7) 手順⑦

ワークの合否判定工程である。前記までの処理をもとに欠陥指示模様が欠陥であるか疑似欠陥であるかを判別し、該ワークの外観検査結果を判定する。

【0020】

【発明の効果】以上説明した技術的手段により本発明は以下の効果を有する。効果の一つ目は、ワーク輪郭近部の欠陥の判別が可能なことである。即ちワークの輪郭画像を消去することにより、実際の欠陥だけを識別判定することが可能となった。効果の二つ目は、重大欠陥と疑似欠陥を高精度に識別することが可能なことである。即ち、検査領域毎にアルゴリズムを設定し、検査領域に特有な欠陥と疑似欠陥の識別を可能とした。効果の三つ目は、湾曲した形状のワークのように照明むらが発生するワークでも対応ができ、ワークの制約をなくした。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の撮像方法を示す概念図

【図2】本発明の画像処理手順を示す図

【図3】本発明の照明むらの解消と欠陥の強調を説明する図

【図4】本発明のウインドウの作成方法を説明する図

【図5】本発明のワーク輪郭線の抽出方法を説明する図

【図6】本発明の特徴量を説明する図

【図7】円形度と疑似欠陥の関係を示す図

【図8】クラックに関する欠陥模様の形状と発生場所の関係を説明する図

【図9】被検材の形状の説明図

【図10】欠陥の代表例の説明図

【図11】従来技術の傷の2値画像を説明する図

【符号の説明】

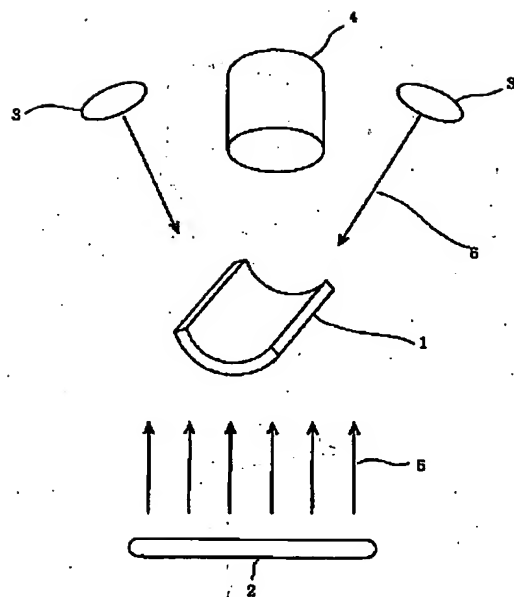
1 フェライト磁石、 2 背景照明、 3 紫外光照

明

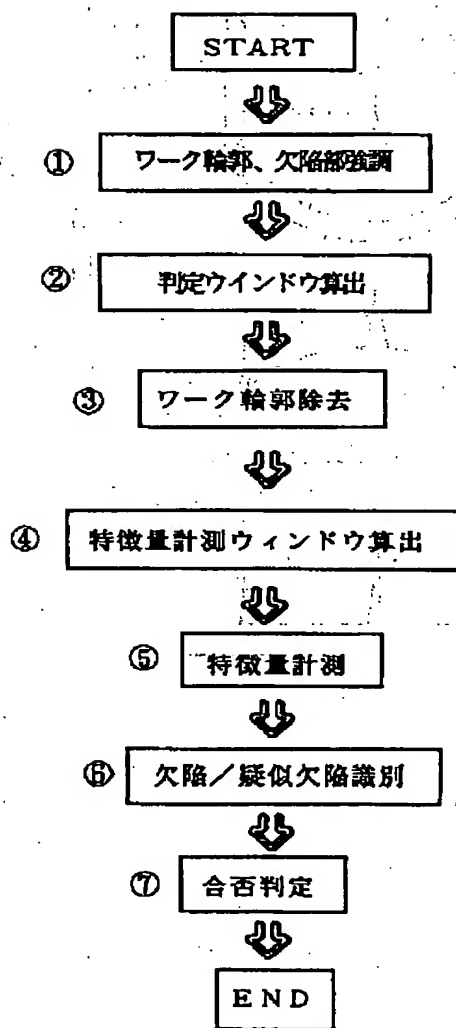
4 撮像装置、 5 平行光 6 紫外光

(5)

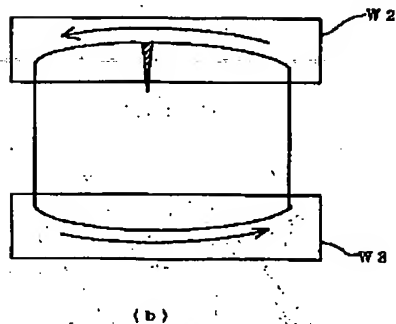
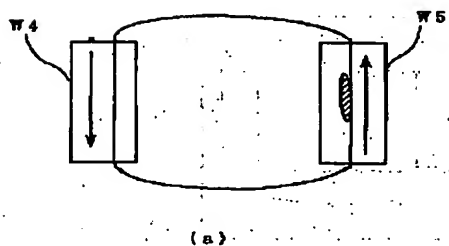
【図1】



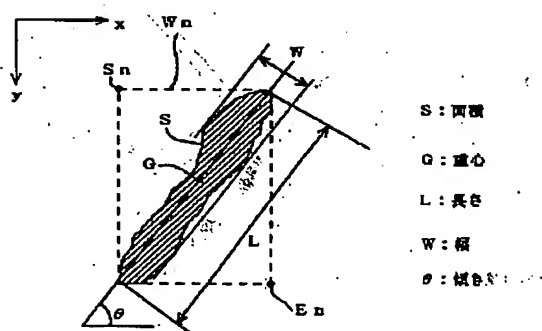
【図2】



【図5】

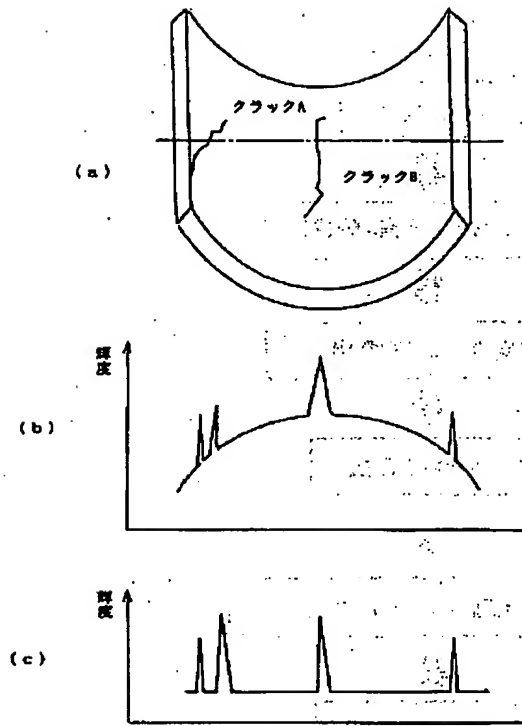


【図6】

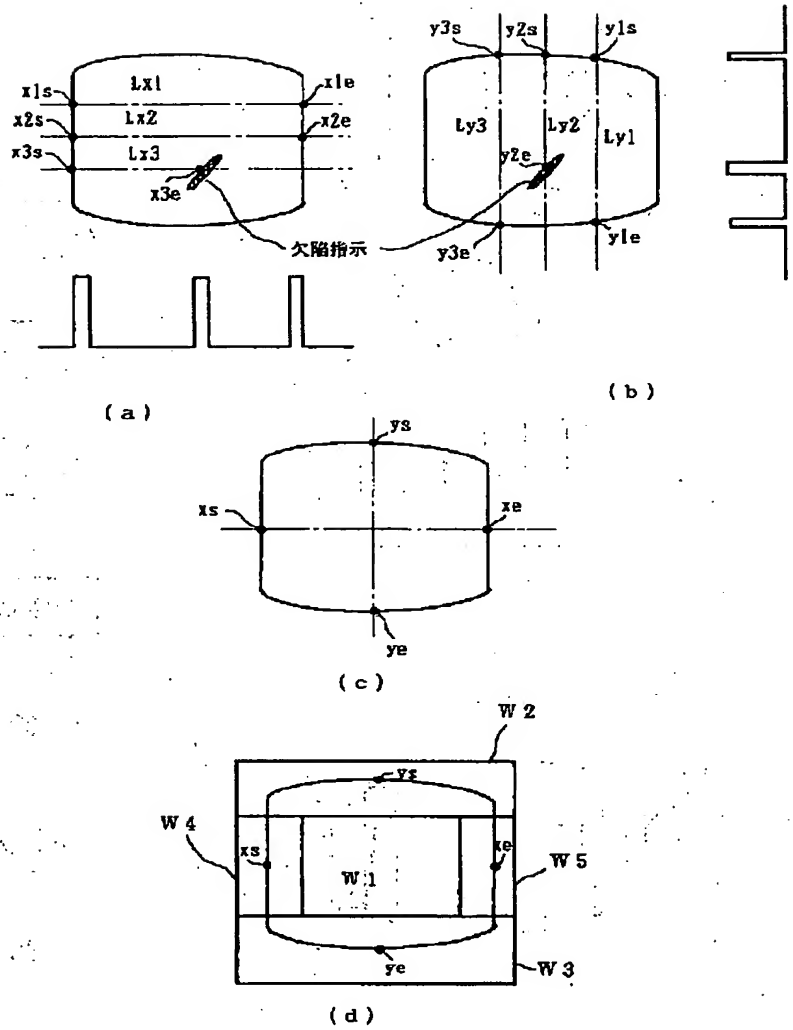


(6)

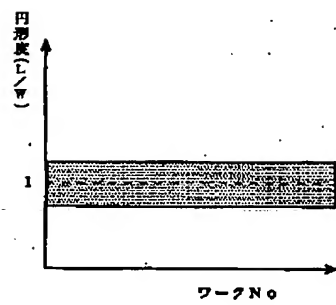
【図3】



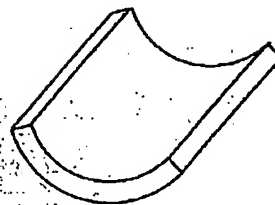
【図4】



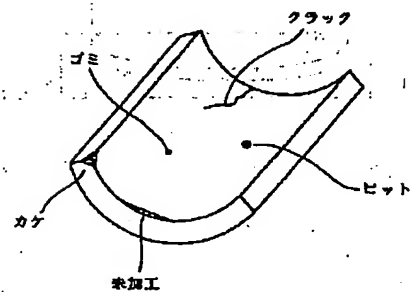
【図7】



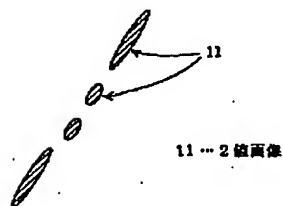
【図9】



【図10】

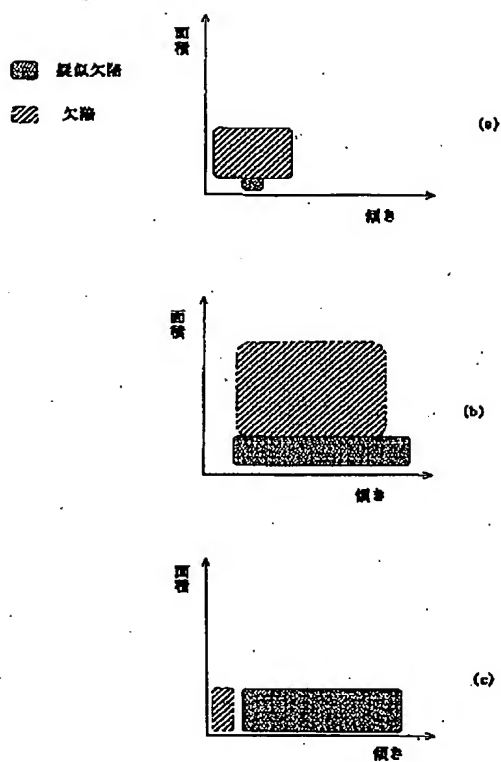


【図11】



(7)

【図8】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

識別記号

庁内整理番号
9061-5H

F I

G 0 6 F 15/70

技術表示箇所

3 3 0 N

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the defective distinction approach which irradiates ultraviolet radiation on the front face of the work piece which fluorescence liquid was made to permeate, picturizes the fluorescence pattern on this front face of a work piece, changes into a picture signal, processes this picture signal with an image processing system, and distinguishes the defect on this front face of a work piece Differential processing is performed about all the fields in the image memory which memorizes a picture signal. The representation point on the work-piece border line beforehand set as the work-piece proper from the differential image after processing is searched for. What divides a work-piece front face into two or more inspection zones based on this profile representation point, and contains a border line in this inspection zone The defective distinction approach which carries out border-line elimination processing with the calculation setup mask image based on a profile image, and is characterized by finally distinguishing a defect in the light of the defective judging logic which measured characteristic quantity and was beforehand decided for said every field about a residual image.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] Especially this invention relates to the defective distinction approach by the image processing in the visual inspection by the fluorescent penetrant testing method about the thing (henceforth work piece) visual-inspection approaches, such as a machine part.

[0002]

[Description of the Prior Art] A fluorescent penetrant testing method is in one of the approaches which detects the defect which exists on the surface of a work piece. By making fluorescence liquid permeate the defective part on the front face of a work piece, irradiating ultraviolet radiation and making it emit light to this; this pictures the fluorescence pattern from which an intensity level differs, and inspects the defect which exists in a work-piece front face based on this fluorescence pattern. And in such a fluorescent penetrant testing method, the method of inspecting the defect which exists in a work-piece front face by the image processing is proposed by picturizing this fluorescence pattern with image pick-up equipments, such as a television camera. The point of utilization of this approach has related to whether the image-processing approach that discernment from dust, dirt, and a blemish can be ensured is developed.

[0003] The flaw-detection approach by the image processing is indicated by JP,6-160295,A (a well-known example is called below.). A blemish judges the configuration and directivity of an image to be examined as what carried out the long and slender configuration and is located in a line with one line, even if that blemish is divided into plurality, and this approach judges whether it is a blemish. Therefore, the image data of a work piece is simply binary-ization-processed with a certain threshold, it asks for the binary image group 11 shown in drawing 11 ,

the division field which divided the pixel which constitutes these binary image groups 11 for every 2 value image is made, and the data which calculate the configuration and directivity of a division field in quest of a second moment for every division field, and judge after that whether it is a blemish are created. If this second moment shows extent in which each pixel which constitutes a division field differs in coordinate shaft orientations at arbitration, it asks for the second moment of each direction of a division field and the minimum second moment in these second moments is made into a minor-axis second moment, when this minor-axis second moment is smaller than a predetermined value, the division field which has that minor-axis second moment means having a long and slender configuration in the direction of a right angle on the shaft of that minor-axis second moment. Therefore, two division fields which asked for this minor-axis second moment, judged in which direction each division field would be extended for a long time, and have been extended in the same direction. The shaft orientations of a minor-axis second moment unite two fields of the same direction from said each division field noting that one blemish may be constituted. In order to judge long [how much] this united field is extended in which direction, it asks for a fusion minor-axis second moment. About said fusion field where said fusion minor-axis second moment is smaller than a predetermined value. The area of said fusion field, It judges whether it is a blemish in combination with the description value which shows the configuration which calculates and is acquired from said area and said fusion minor-axis second moment, and directivity.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, there were three troubles which are described below in said well-known example. As the first trouble, it is the problem how to correspond to defective distinction of the profile near part of a work piece. Defective distinction of the profile near part of a work piece is not indicated at all for the defect which exists in the surface part into which this well-known example separated from the profile section of a work piece considerably. By the image group which carried out binary-ized processing simply, a work-piece profile and an actual blemish cannot be distinguished, especially when the blemish of a profile near part is important, it is a problem.

[0005] In order for the defect which exists besides the serious defect which should be made a defect depending on the location on the front face of a work piece and which does not cause inconvenience practically, the dirt which is not a defect to exist in a work piece front face as the second trouble and to show each fluorescence pattern, only just the configuration and directivity of an image that are the description of a well-known example are inadequate for distinguish a blemish.

[0006] As the third trouble, it is the problem of a fall of the inspection precision by dispersion in the fluorescence pattern on the image of each part of a work-piece front face by lighting unevenness. Although uniform lighting is possible and the extract of a defective image is possible like a well-known example at simple binary-ized processing when the shape of work-piece surface type is flat, especially when the shape of surface type is curving, it is easy to generate lighting unevenness, and the simple binary-ized processing of the extract of a defective image is inadequate. That this invention should solve the trouble of said conventional technique, the place made into the purpose cancels lighting unevenness from the fluorescence pattern on an image, and is to offer the image-processing approach which can distinguish certainly the major defect which exists in all the front faces containing the profile part of a work piece.

[0007]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, in this invention, ultraviolet radiation is irradiated on the front face of the work piece which fluorescence liquid was made to permeate. In the defective distinction approach which picturizes the fluorescence pattern on this front face of a work piece, changes into a picture signal, processes this picture signal with an image processing system, and distinguishes the defect on this front face of a work piece. Differential processing is performed about all the fields in the image memory which memorizes a picture signal. The representation point on the work-piece border line beforehand set as the work-piece proper from the differential image after processing is searched for. What divides a work-piece front face into two or more inspection zones based on this profile representation point, and contains a border line in this inspection zone. Border-line elimination processing was carried out with the calculation setup mask image based on a profile image, and it was characterized by finally distinguishing a defect in the light of the defective judging logic which measured characteristic quantity and was beforehand decided for said every field about a residual image.

[0008]

[Example] Hereafter, one example of this invention is explained based on a drawing. It was aimed at the ferrite magnet of the configuration which has four sides to which the specimen plane as shown in drawing 9 as a work

piece curved in this example. The point of the visual inspection of this work piece is distinguishing the crack which is a major defect, and the defect which does not cause inconvenience practically although it is a defect, and rejecting certainly the crack which is a major defect. The example of the defect (henceforth a false defect) which does not interfere practically was indicated to be the crack which is a major defect to drawing 10. Among false defects, KAKE and un-processing it exist in the profile section of a work piece, and its area is comparatively large and it has directivity. Moreover, dust and a pit have the description that it is unrelated to the location of a work piece, and area is comparatively small and circularity is close to 1, among false defects.

[0009] Drawing 1 is the conceptual diagram of the image pick-up approach of this invention. Image pick-up equipment 4 and a black light 3 are formed above the specimen plane of the work piece 1 which fluorescence liquid was made to permeate, the background lighting system 2 which generates parallel light is formed in the direction of a rear face of a specimen plane, and the fluorescence pattern of this specimen plane and the profile of a work piece are picturized with each lighting system. The picturized picture signal distinguishes a defect with an image processing system (not shown). Hereafter, procedure is explained based on procedure [of drawing 2] ** to **.

[0010] 1) It is the process which emphasizes a work-piece profile and a defective part from the picture signal carried out a procedure ** input. Drawing 3 is drawing explaining the emphasis approach of a dissolution and profile of certification unevenness, and a defect. Drawing 3 (a) shows the work piece with which Crack B exists in the work-piece profile section at Crack A and the work-piece inside section. Drawing 3 (b) shows the luminance distribution of the picture signal on the dashed line shown in drawing 3 (a). Drawing 3 (c) shows the luminance distribution after carrying out differential processing of the picture signal shown in drawing 3 (b). It is curving to the concave to image pick-up equipment, and lighting unevenness occurs as the result, and since brightness falls to the profile section along with ***** from the core of a work piece as shown in drawing 3 (b), the specimen plane of a work piece serves as convex as the whole luminance distribution, and serves as a profile and distribution on which the signal of a crack has ridden on it. Even if it carries out binary-ized processing in this condition, it is difficult to extract a crack and a profile. Then, by performing differential processing, the lighting unevenness which is a slow change was removed, the crack and profile which are a steep change were emphasized, it changed into the high luminance distribution of a S/N ratio as shown in drawing 3 (c), and subsequent processing was made easy. Here, differential processing was performed using the Sobel operator.

[0011] 2) It is the judgment window calculation process of deciding the inspection zone of a procedure ** work piece. From the differential image which might be performed to the whole work-piece surface, the above-mentioned differential processing is explained based on drawing 4 about the extract of the profile representation point of a work piece, and the approach of creation of five inspection zones. First, scan a differential image in the direction of X over all image range, and as shown in drawing 4 (a), it asks for steep changing point $x1s$, $x1e$ and $x2s$, $x2e$, $x3s$, $x3e$, and — for every scanning-line top of one. It asks for the distance $Lx1$ of $x1s$ and $x1e$, the distance $Lx2$ of $x2s$ and $x2e$, the distance $Lx3$ of $x3s$ and $x3e$, and —, respectively. As similarly shown in drawing 4 (b), a differential image is scanned in the direction of Y over all image range. It asks for steep changing point $y1s$, $y1e$, $y2s$, $y2e$, $y3s$, $y3e$, and — for every scanning-line top of one, and asks for the distance $Ly1$ of $y1s$ and $y1e$, the distance $Ly2$ of $y2s$ and $y2e$, the distance $Ly3$ of $y3s$ and $y3e$, and —, respectively.

[0012] Next, $Lx1$, $Lx2$, $Lx3$, and — are compared, the maximum distance of the direction of X is found, $Ly1$, $Ly2$, $Ly3$, and — are compared similarly, and the maximum distance of the direction of Y is found. $x3e$ and $y2e$ are the steep changing points by flaw indication here, and distance $Lx3$ and $Ly2$ shows a value smaller than the distance between work-piece profiles. Therefore, $x3e$ and $y2e$ are not adopted as a work-piece profile point. Four points used as maximum distance are made into the representation points xs , xe , ys , and ye of each profile as shown in drawing 4 (c). The windows $W1$ and $W2$ used as five inspection zones as shown in drawing 4 (d) from the coordinate of these four representation points and a predetermined offset value, $W3$, and $W4$ and $W5$ are determined. In addition, said offset value adopts the value beforehand defined on the basis of the resolution of a pixel, or the dimensional tolerance of a work piece.

[0013] 3) It is a work-piece profile removal process for leaving only flaw indication to a procedure ** image memory. Drawing 5 (a) and drawing 5 (b) are drawings which explain an extract and elimination of the border line of a work piece in the judgment window determined previously. As shown in drawing 5 (a), [in / of each / window $W4$ and $W5$], shifting one line at a time in the direction of an arrow head, it scans in the direction of X and a steep changing point is searched for, and this is extracted as profile location data. From the profile location data, straight-line approximation is carried out by the least-squares-approximation method, and straight-line type $ax+by+c=0$ is calculated and let this be a border line. As similarly shown in this drawing (b), [in / of each / a

window W2 and W3], shifting one line at a time in the direction of an arrow head, it scans in the direction of Y and a steep changing point is searched for, and this is extracted as profile location data. Here, in the front face of a work piece, this part curves, since there is nothing at the equal distance, a profile serves as a curve from the lens of image pick-up equipment, quadratic curve approximation is carried out by the least-squares-approximation method, quadratic curve type $y=ax^2+bx+c$ is calculated, and it is considered that this approximate expression is the border line of a work piece.

[0014] The overall length of the approximate expression searched for as mentioned above is covered, the mask image which added the offset value set up beforehand is created, this mask image is masked in piles at the above-mentioned differential image, and a profile is eliminated from this differential image. By this, within the window W2 of drawing 5 (a) and drawing 5 (b), and W5, only the image in which the flaw indication of the profile section shown in the hatching section is shown will remain. Therefore, the image which remained to all inspection fields serves as only indication of a defect and a false defect.

[0015] 4) It is the process which computes the window for measuring the characteristic quantity of procedure ** flaw indication. Drawing 6 is drawing showing an example of the flaw indication in an image memory. It scans in the direction of an arrow head of a x axis, shifting the inside of an image memory of one line at a time in the direction of y, and the point changing [steep] is detected. The point changing [steep] is a part of profile of flaw indication, when it results in the pixel which makes this point changing [steep], if it carries out the sequential trace of the pixel which makes the point which adjoins every pixel unit of 3x3 focusing on this pixel changing [steep], can arrive at the first pixel and can extract the profile data of this flaw indication. The profile data of all flaw indication can be extracted by performing this scan the whole region in an image memory. The opposite side coordinates Sn and En of the quadrilateral which includes these profile data for every flaw indication are searched for, and the window Wn for measuring characteristic quantity is computed.

[0016] 5) It is the process which measures the characteristic quantity of procedure ** flaw indication. About the characteristic quantity measurement window of all the flaw indication computed by the aforementioned approach, as characteristic quantity of flaw indication, it inclines, and asks for theta (inclination of a principal axis of moment), and area S, a center of gravity G, die-length L (the die length of a principal axis of moment), width of face W (the die length of an inertia countershaft), and the circularity that is the distance from the work-piece profile to this center of gravity G and the ratio of this die-length L and this width of face W further are measured.

[0017] 6) They are a procedure ** defect and a false defective discernment process. The artificer etc. has grasped the fact that relation has the relation between a defect and a false defect about a source location and the geometrical description as shown in drawing 7 and drawing 8, from the are recording data of the past of the visual-inspection result of the ferrite magnet which is the object item of this invention, and included in the defective judging algorithm of an image processing. Drawing 7 is what showed the relation between a false defect and circularity. (L/W) to many work-pieces, and circularity shows that the false defect is distributed near 1 (part which carried out hatching in drawing). That is, it decided for circularity to distinguish the neighboring flaw indication of 1 from a false defect, to except, and to identify only the other thing further.

[0018] It is shown that correlation has the relation between area and an inclination about a crack, and drawing 8 differs in the field. That is, drawing 8 (a) is a case in the field W1 (inside of a work piece) shown in drawing 4 (d), and it is shown except the thing also especially with small area and inclination that it should judge in case of a defect. Drawing 8 (b) is the case of the field W2 and W3 (profile near part of a work piece) which are shown in drawing 4 (d), and what should be judged by the size of area from an inclination is shown. As for drawing 8 (c), in the case of the fields W4 and W5 (profile near part of a work piece) shown in drawing 4 (d), most things which have a large inclination show that it is a false defect.

[0019] 7) It is the yes-no decision process of a procedure ** work piece. It distinguishes whether flaw indication is a defect or it is a false defect based on processing of until said, and the visual-inspection result of this work piece is judged.

[0020]

[Effect of the Invention] This invention has the following effectiveness with the technical means explained above. The blindness in one eye of effectiveness is that distinction of the defect of a work-piece profile near part is possible. That is, by eliminating the profile image of a work piece, it became possible to carry out the discernment judging only of the actual defect. The second of effectiveness is that it is possible to identify a major defect and a false defect with high precision. That is, the algorithm was set up for every inspection zone and discernment of a defect peculiar to an inspection zone and a false defect was enabled. Correspondence could also do the work

piece which lighting unevenness generates like the work piece of the curved configuration, and the third of effectiveness lost constraint of a work piece.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The conceptual diagram showing the image pick-up approach of this invention

[Drawing 2] Drawing showing the image-processing procedure of this invention

[Drawing 3] Drawing explaining the dissolution of the lighting unevenness of this invention, and emphasis of a defect

[Drawing 4] Drawing explaining the creation approach of the window of this invention

[Drawing 5] Drawing explaining the extract approach of the work-piece border line of this invention

[Drawing 6] Drawing explaining the characteristic quantity of this invention

[Drawing 7] Drawing showing the relation between circularity and a false defect

[Drawing 8] Drawing showing the configuration of a defective pattern and the relation of a source location about a crack

[Drawing 9] The explanatory view of the configuration of **ed material

[Drawing 10] The explanatory view of the example of representation of a defect

[Drawing 11] Drawing explaining the binary image of the blemish of the conventional technique

[Description of Notations]

1 Ferrite Magnet 2 Background Lighting 3 Ultraviolet Radiation Lighting

4 Image Pick-up Equipment 5 Parallel Light 6 Ultraviolet Radiation

[Translation done.]